

RESEARCH ARTICLE

Penggunaan Kamera Untuk Pemantauan Kondisi Kepiting

Felix Vinansius Sihaloho, Nina Hendrarini* and Duddy Soegiarto

Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

* Corresponding author: ninahendarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indonesia memiliki banyak hutan mangrove yang berperan sebagai ekosistem penting, mendukung kehidupan berbagai makhluk, termasuk kepiting bakau. Ekosistem mangrove di Indonesia juga menawarkan peluang besar untuk pengembangan budidaya kepiting. Masalah utama yang dihadapi dalam pemantauan kepiting bakau adalah kurangnya sistem monitoring yang efektif untuk memantau pertumbuhan kepiting, yang dapat berdampak langsung pada hasil produksi kepiting, diharapkan dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan peluang ekonomi dalam pembudidayaan kepiting bakau. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam mengoptimalkan budidaya kepiting bakau. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM untuk memantau kondisi kepiting bakau, terutama dalam hal pertumbuhan kepiting bakau secara visual tanpa melakukan pengukuran ukuran secara langsung. Dengan mengambil gambar secara berkala dan mengirimkan gambar secara *real-time* ke database Firebase. Firebase berperan sebagai pusat penyimpanan data yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja sehingga sistem ini memungkinkan pengelola untuk memantau kondisi dengan lebih efektif. Metode yang saya gunakan adalah studi literatur, diskusi dan prototipe. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32-CAM dan Firebase mampu berfungsi dengan baik, dengan ESP32-CAM yang mampu mengambil gambar dan Firebase menunjukkan performa yang baik dalam menyimpan gambar secara *real-time*.

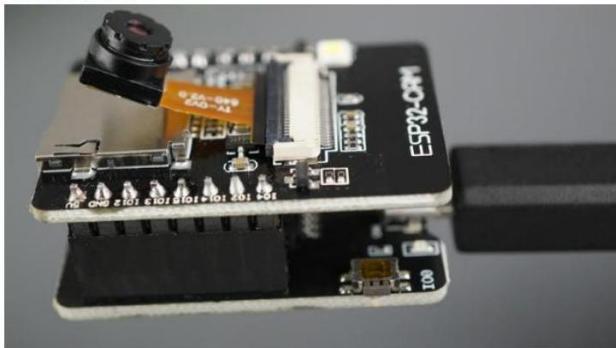
Key words: ESP32-CAM, Kepiting Bakau, Firebase

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak hutan mangrove sebagai ekosistem pendukung yang menyediakan ekosistem keberlangsungan mahluk hidup salah satunya adalah kepiting bakau [1]. Ekosistem mangrove di Indonesia menawarkan potensi besar dalam pengembangan budidaya kepiting. Pada tahun 2021 Indonesia mengalami lonjakan nilai ekspor kepiting hingga 614.25 juta U.S dollar atau sama dengan 10 triliun rupiah, mengalahkan ekspor udang dan tuna [2], hal tersebut menunjukkan bahwa kepiting memiliki peluang ekonomi signifikan bagi peternak kepiting di Indonesia. Namun, pada tahun berikutnya Indonesia mengalami kembali penurunan angka penjualan. Salah satu faktor menurunnya angka penjualan adalah dikarenakan kurangnya penerapan teknologi pada pembudidayaan kepiting bakau sehingga investor enggan untuk menanamkan modal pada sektor kepiting bakau [3]. Indonesia memerlukan teknologi yang mampu mengurangi resiko kegagalan pada budidaya kepiting bakau. Pada pembudidayaan kepiting terdapat faktor yang membuat kepiting gagal panen, salah satunya adalah dikarenakan kualitas kejernihan air pada budidaya kepiting. Kualitas air yang buruk dapat berdampak negatif pada pertumbuhan kepiting [4]. Perkembangan teknologi dalam bidang *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi potensial untuk mengatasi tantangan dalam

budidaya kepiting bakau di Indonesia. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah ESP32-CAM, sebuah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera dan Wi-Fi. Pemilihan ESP32-CAM didasarkan pada beberapa alasan utama. Pertama, ESP32-CAM memiliki kemampuan pengolahan gambar dan koneksi Wi-Fi yang andal, yang memungkinkan modul ini untuk menangkap gambar kondisi kepiting dan lingkungannya secara *real-time* dan mengirimkannya langsung ke Firebase. Modul ini juga dikenal karena harganya yang terjangkau dan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya solusi yang efisien dan ekonomis untuk sistem pemantauan jarak jauh.

Firebase dipilih sebagai platform penyimpanan dan manajemen data karena keunggulannya dalam menyediakan penyimpanan *cloud real-time* dan kemudahan integrasi dengan berbagai perangkat IoT. Firebase menawarkan fitur yang memungkinkan data gambar dari ESP32-CAM dapat disimpan dan diakses secara efisien. Kemampuan Firebase untuk mengelola data secara *real-time* dan mendukung komunikasi dua arah dengan perangkat pengguna memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses bagi pengelola budidaya untuk memantau kondisi kepiting dari mana saja dan kapan saja. Dengan kombinasi ESP32-CAM dan Firebase, penggunaan ESP32-CAM dan Firebase bukan hanya merupakan pilihan teknis, tetapi juga strategis untuk



Gambar 1. ESP32-CAM



Gambar 2. Firebase

mendukung keberlanjutan dan daya saing budidaya kepiting bakau di Indonesia.

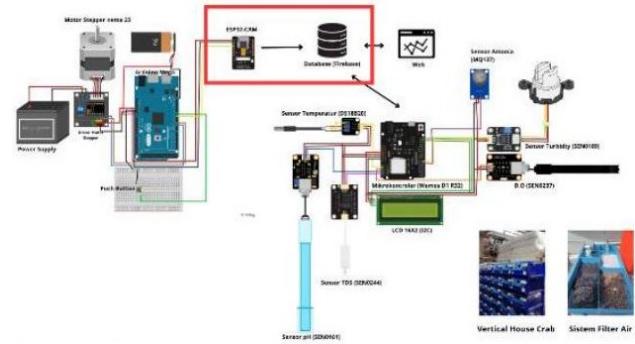
Tinjauan Pustaka

ESP32-CAM

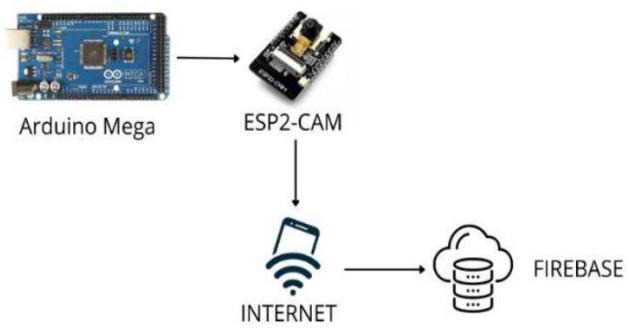
Gambar 1 ESP32-CAM adalah modul mikrokomputer yang dilengkapi dengan kamera dan WiFi. Modul ini memungkinkan Anda mengambil gambar dan video secara *real-time* dan mengirimkannya ke *database* Anda melalui jaringan WiFi Anda. Ia juga memiliki modul kamera OV2640 yang digunakan sebagai sensor yang dapat menangkap gambar. Selain itu, ESP32 CAM tidak memiliki port USB khusus, sehingga diperlukan USB TTL tambahan [5]. ESP32-CAM dapat dihubungkan ke jaringan WiFi, sehingga memungkinkan pemantauan kepiting bakau dari jarak jauh melalui koneksi internet dengan cara mengambil gambar kepiting. Dalam penelitian ini, ESP32-CAM diprogram menggunakan Arduino IDE untuk mengambil gambar kepiting bakau secara berkala. Setelah gambar diambil, ESP32-CAM secara otomatis mengirimkan gambar tersebut ke Firebase, di mana gambar tersebut akan disimpan dan langsung ditampilkan di *Storage* Firebase.

Arduino IDE

IDE adalah singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut lingkungan karena Arduino diprogram menggunakan perangkat lunak ini untuk menjalankan fungsi-fungsi yang tertanam dalam sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrogramannya sendiri yang mirip dengan C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) telah dimodifikasi untuk memudahkan pemula dalam memprogram dalam bahasa aslinya [6]. Arduino IDE digunakan untuk memprogram modul ESP32-CAM agar dapat menjalankan fungsinya dalam pengambilan gambar kepiting bakau dan mengirimkannya ke Firebase. Melalui Arduino IDE, pengguna dapat mengetahui bagaimana ESP32-CAM mengambil gambar pada waktu yang



Gambar 3. Perancangan Sistem



Gambar 4. Blok Diagram

akan ditentukan, mengatur koneksi ke jaringan WiFi. Ini memungkinkan ESP32-CAM untuk bekerja secara otomatis dalam proses pemantauan kondisi kepiting dan pengiriman gambar ke Firebase.

Arduino Mega

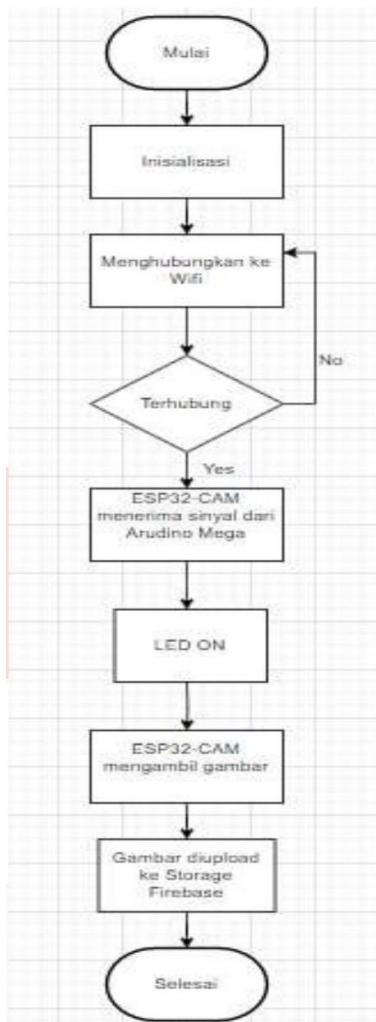
Arduino Mega2560 merupakan *board mikrokontroler* yang menggunakan IC ATmega2560. Arduino ini memiliki 54 pin input atau output digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (hardware port serial), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Board ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung fungsi sebagai mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau daya dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk sumber tegangannya [7].

Firebase

Firebase (Gambar 2) dianggap sebagai platform aplikasi web. Itu membantu pengembang membuat aplikasi berkualitas tinggi. Ini menyimpan data di Format *JavaScript Object Notation* (JSON) yang tidak digunakan permintaan untuk memasukkan, memperbarui, menghapus atau menambahkan data ke dalamnya. Ini *backend* dari sistem yang digunakan sebagai *database* untuk menyimpan data [8]. Dalam penelitian ini, Firebase sebagai platform yang digunakan untuk menyimpan dan menampilkan data yang dikirimkan oleh ESP32-CAM. Setelah ESP32-CAM mengambil gambar kepiting bakau, gambar tersebut dikirimkan secara otomatis ke Firebase melalui koneksi internet [9].

Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan melibatkan beberapa metode untuk memperoleh data dan informasi dalam pengembangan sistem pemantauan kondisi kepiting bakau.



Gambar 5. Flowchart

Perancangan Sistem

Gambar 3 menunjukkan proses perancangan sistem, proyek budidaya kepingin bakau ini menggunakan sistem pemantauan dan pengendalian berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memastikan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan kepingin. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen perangkat keras yang bekerja secara terintegrasi. Sistem ini juga dilengkapi dengan ESP32-CAM, yang menyediakan gambar untuk pemantauan visual budidaya kepingin. Dengan ini, pengguna dapat melihat kondisi fisik kepingin dari Firebase. Ini juga melibatkan Arduino Mega yang terhubung dengan *motor stepper Nema 23*. Motor ini dapat digunakan untuk menggerakkan ESP32-CAM dari titik awal menuju box pertama dan box ke empat yang berisi kepingin bakau untuk mengambil gambar, dan ketika sudah tiba di box terakhir ESP32-CAM akan kembali lagi ke titik awal. Secara keseluruhan, sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi kepingin bakau secara *real-time*.

Metode Penelitian

1. Studi Literatur: Metode ini melibatkan pengumpulan dan analisis informasi dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal. Tujuan dari studi literatur adalah untuk memahami konsep dasar dan teknologi yang relevan dengan proyek ini, seperti penggunaan ESP32-CAM

Table 1. Perangkat Keras (A)

No	Nama Perangkat Keras	Fungsi
1	ESP32-CAM	Modul kamera dengan kemampuan WiFi yang digunakan untuk mengambil gambar dan mengirimkannya melalui internet ke Firebase
2	Arduino Mega 2560	Sebagai pengendali utama yang mengirim sinyal ke ESP32-CAM untuk mengambil gambar dan berbagai perangkat lainnya.

Table 2. Perangkat Lunak (B)

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	Untuk memprogram Arduino Mega dan ESP32-CAM yang mengatur pengambilan data atau gambar dan komunikasi.
2	Firebase	Sebagai tempat penyimpanan gambar dan menampilkan gambar yang dikirim dari ESP32-CAM.

dan Firebase dalam pemantauan budidaya kepingin bakau. Melalui studi literatur, peneliti dapat menyusun landasan teori yang kuat dan memastikan bahwa penelitian didasarkan pada informasi yang terpercaya.

2. Diskusi: Diskusi dengan teman dilakukan untuk mendalami dan memvalidasi proses integrasi antara Arduino Mega 2560 dan ESP32-CAM. Diskusi ini berfokus pada bagaimana kedua perangkat dapat saling berkomunikasi secara efektif dalam pengambilan gambar, serta mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah teknis yang mungkin muncul selama implementasi. Proses diskusi ini juga mencakup pengujian koneksi dan performa perangkat untuk memastikan hasil yang optimal dalam pengambilan gambar.
3. Prototipe: Pengembangan prototipe adalah langkah praktis, di mana sistem atau produk yang dirancang diuji secara langsung. Dalam konteks proyek ini, prototipe mencakup implementasi ESP32-CAM yang terhubung dengan Firebase untuk melihat kondisi kepingin bakau. Prototipe ini diuji untuk mengevaluasi keberhasilan sistem dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan

Blok Diagram

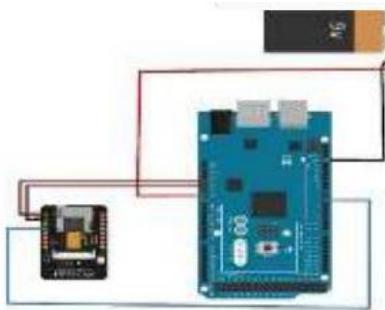
Gambar 4 di atas menunjukkan alur cara kerja sistem pemantauan berbasis IoT yang menggunakan Arduino Mega dan ESP32-CAM untuk mengirim data ke Firebase melalui internet.

Flowchart

Flowchart pada gambar 5 tersebut menggambarkan alur kerja sistem ESP32-CAM yang terintegrasi dengan Firebase untuk mengambil dan mengunggah gambar. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem yang mencakup pengaturan kamera dan koneksi ke WiFi. Setelah terhubung ke WiFi, sistem akan terus memeriksa apakah ada sinyal atau input dari Arduino Mega. Jika terdeteksi sinyal, LED pada ESP32-CAM akan menyala sebagai indikator bahwa sistem sedang mengambil gambar. Gambar yang diambil oleh ESP32-CAM kemudian akan diupload ke Firebase.

Tabel Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Rincian lengkap mengenai nama dan fungsi perangkat keras disajikan pada Tabel 1 dan perangkat lunak pada tabel 2.



Gambar 6. Skematic (A)

Hasil dan Pembahasan

Selama proses perencanaan, langkah implementasi yaitu langkah di mana sistem yang telah dirancang diterapkan secara keseluruhan. Sistem pemantauan kondisi kepiting bakau menggunakan ESP32-CAM dan Firebase melibatkan beberapa langkah penting. Dalam penelitian, implementasi melibatkan beberapa komponen utama, yaitu ESP32-CAM yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 dengan memberi perintah kamera untuk menangkap gambar. Data yang dikumpulkan akan dikirim ke Firebase melalui koneksi Wi-Fi, di mana Firebase berfungsi sebagai tempat penyimpanan gambar.

Skematik

Skematik yang terlihat pada gambar 6 ini menunjukkan sebuah sistem yang terdiri dari sebuah baterai 9V sebagai sumber daya, Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, dan ESP32-CAM sebagai modul kamera. Arduino berfungsi sebagai otak sistem yang mengontrol ESP32-CAM. ESP32-CAM akan menangkap gambar sesuai dengan perintah yang diberikan oleh Arduino Mega 2560. Data gambar yang diambil oleh ESP32-cam akan di upload ke Firebase.

Pengujian

Pengujian Pengambilan Gambar.

1. Tujuan

Tujuan Pengujian ini adalah untuk menguji kemampuan ESP32-CAM dalam mengambil gambar secara otomatis setiap kali *motor stepper* berhenti dan memastikan gambar yang diambil sesuai dengan kondisi aktual di dalam box kepiting.

2. Skenario

Pada skenario ini, setiap kali *motor stepper* berhenti, ESP32-CAM menerima sinyal untuk mengambil gambar. ESP32-CAM diatur untuk menangkap gambar dari 4 box kepiting yang berbeda dan memastikan bahwa gambar yang diambil sesuai kondisi terkini dari kepiting yang ada pada box.

3. Hasil Pengujian

ESP32-CAM berhasil mengambil gambar pada setiap box kepiting saat *motor stepper* berhenti. Gambar yang dihasilkan cukup jelas dan menunjukkan kondisi kepiting di dalam box dengan baik. Visualisasi data dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

4. Analisis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32-CAM mampu berfungsi dengan baik. Kamera mampu mengambil gambar dengan akurat dan tepat waktu setiap kali *motor stepper* berhenti, sesuai dengan harapan sistem. Tidak ada keterlambatan atau gangguan dalam proses pengambilan gambar.

Pengujian pengiriman data ke firebase.

a. Tujuan

Tujuan ini untuk menguji kemampuan Firebase dalam menyimpan

Table 3. Hasil Pengujian

No	Gambar	Keterangan
1		Hasil Pengambilan gambar pada box 1
2		Hasil Pengambilan gambar pada box 2
3		Hasil Pengambilan gambar pada box 3
4		Hasil Pengambilan gambar pada box 4

dan mengelola gambar yang diambil oleh ESP32-CAM secara *real-time*, serta memastikan bahwa gambar tersebut dapat diakses.

b. Skenario

Setelah ESP32-CAM mengambil gambar, gambar secara otomatis diunggah ke Firebase. Skenario pengujian ini melibatkan pengiriman gambar dari ESP32-CAM ke Firebase dan verifikasi bahwa gambar dapat diakses secara *real-time* melalui platform Firebase.

c. Hasil Pengujian

Firestore berhasil menyimpan gambar yang diunggah oleh ESP32-CAM tanpa masalah. Gambar dapat diakses dengan cepat dan mudah melalui antarmuka Firebase sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Table 4. Hasil Pengujian (B)

No	Gambar	Keterangan
1		Hasil tampilan di Firebase pada box 1
2		Hasil tampilan di Firebase pada box 2
3		Hasil tampilan di Firebase pada box 3
4		Hasil tampilan di Firebase pada box 4

Analisis

Firebase menunjukkan performa yang baik dalam menyimpan data gambar secara *real-time*. Sistem berhasil memanfaatkan Firebase untuk menyimpan gambar dengan efisien, memberikan fleksibilitas dalam pemantauan kondisi kepiting bakau.

Kesimpulan

1. Sistem yang dikembangkan telah dapat mengambil dan menyimpan gambar di Firebase *Storage* sebagai solusi alternatif penggunaan IoT dalam monitoring kepiting bakau.
2. dengan mengimplementasikan ESP32-CAM dan Firebase, data visual yang dihasilkan dapat diakses dengan mudah melalui Firebase *Storage*, yang memudahkan pemantauan kondisi secara *real-time*.

Daftar Pustaka

1. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Mangrove Indonesia untuk Dunia; 2024. Accessed: Jun. 24, 2024. Available from: <https://kanalkomunikasi.pskl.menlhk.go.id/mangrove-indonesia-untuk-dunia/>.
2. Statista. Value of crabs exported from Indonesia from 2014 to 2022; 2024. Accessed: Jun. 24, 2024. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1084108/indonesia-crab-export-value/>.
3. Faktor Menurunnya Ekspor Kepiting Indonesia ke Amerika Serikat;. Tanpa tahun.
4. Mujiyanti SF, et al. Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Terintegrasi IoT pada Vertical Crab House untuk Meningkatkan Potensi Hidup Kepiting Bakau di PT. Crab Crab Aquatic. Sewagati. 2024 Apr;8(3):1598-607.
5. Spesifikasi ESP32 CAM antara lain;. Tanpa tahun.
6. Arduino Software (IDE);. Accessed online. Available from: <http://www.arduino.cc/en/Main/Donate>.
7. Prastyo EA. Arduino MEGA 2560; 2019. Available from: <https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-mega-2560.html>.
8. Kurniawan F, Fahurian F, Hafiz A. Rancang Bangun Aplikasi Cloud Storage dengan Angular dan Firebase Berbasis Android. Expert: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi. 2024.
9. Firebase;. Available from: <https://firebase.google.com/brandguidelines?hl=id>.